

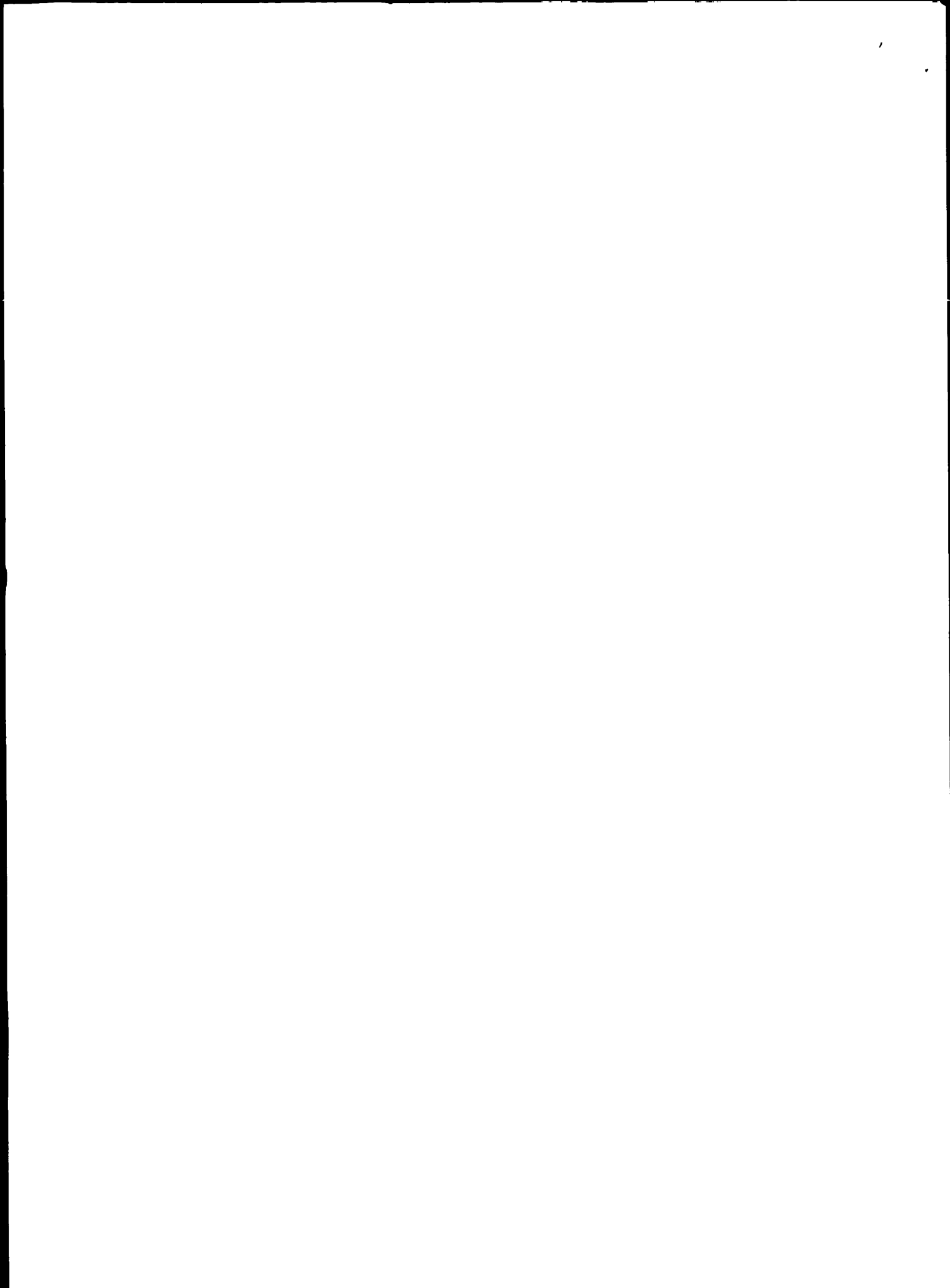
Method for manufacturing radomes.

Patent Number: ☐ EP0158116, B1
Publication date: 1985-10-16
Inventor(s): STEINHEIL ECKART DR; SCHRODER HANS-WOLFGANG DR; LUDWIG WOLFGANG DR; JAGER FRANZ
Applicant(s):: DORNIER SYSTEM GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE3410503
Application Number: EP19850102504 19850306
Priority Number (s): DE19843410503 19840322
IPC Classification: H01Q1/42 ; B32B27/12 ; B29C51/12
EC Classification: B29C43/10, B29C67/14A7, B29C67/14C3B3B, B32B27/12, H01Q1/42B
Equivalents:

Abstract

1. Method of manufacturing antennae coverings or radomes, whereby shaped fabric made of a fibre material and a thermoplastic with an extremely high melting viscosity are joined to form a composite material by means of pressure and heat, characterised in that a) the thermoplastic is used in the form of foil, b) the pieces of plastic foil placed on top of each other in layers are pressed together at pressures of between 10 and 200 bars and at temperatures above the crystallite melting range of the thermoplastic.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 34 10 503 A 1**

⑤① Int. Cl. 4:
H01 Q 1/42
B 29 C 43/00
B 29 D 25/00

②① Aktenzeichen: P 34 10 503.4
②② Anmeldetag: 22. 3. 84
②③ Offenlegungstag: 2. 1. 86

DE 34 10 503 A 1

⑦① Anmelder:
Dornier System GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE

⑦④ Vertreter:
Landsmann, R., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 7990
Friedrichshafen

⑦② Erfinder:
Jäger, Franz; Ludwig, Wolfgang, Dr.-Phys., 7758
Meersburg, DE; Schroeder, Hans Wolfgang,
Dr.-Phys., 7997 Immenstaad, DE; Steinheil, Eckart,
Dr.-Phys., 7778 Markdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Herstellung von Radomen

Verfahren zur Herstellung von Antennenabdeckungen
(Radomen) aus endlosfaserverstärkten thermoplastischen
Kunststoffen durch

a) abwechselndes Aufeinanderschichten von Folien aus
dem Matrixwerkstoff und Formgeweben aus dem Faser-
werkstoff und

b) Verpressen bei Temperaturen oberhalb des Kristal-
litschmelzbereichs der Matrixwerkstoffe und bei Drücken
zwischen 10 und 200 bar.

Angegeben werden geeignete Materialien, Schichtungen
und Verfahren zur Druckerzeugung.

DE 34 10 503 A 1

DORNIER SYSTEM GMBH
7990 Friedrichshafen

Reg. S 471

P a t e n t a n s p r ü c h e :

- 1.) Verfahren zur Herstellung von Antennenabdeckungen
(Radomen) aus endlosfaserverstärkten thermoplastischen
Kunststoffen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t, dass
 - a) abwechselnd Folien aus dem Matrixwerkstoff und
Formgewebe aus dem Faserwerkstoff aufeinander-
geschichtet in oder auf eine Form gelegt werden,
 - b) die Folien und Formgewebe bei Drücken zwischen
10 und 200 bar und bei Temperaturen oberhalb
des Kristallitschmelzbereiches der Matrixwerk-
stoffe zusammengepresst werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
der hohe Druck auch in der Abkühlphase erhalten bleibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Matrixwerkstoff Polyethylen (PE), insbesondere ultrahochmolekulares Polyethylen (UHMPE) oder Polytetrafluorethylen (PTFE), PFA-Fluorkohlenstoff, FEP-Fluorkohlenstoff, Polypenylensulfid, Polypropylen, Polybuten, Polyethersulfon oder Polyetheretherketon verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Faserwerkstoff Glasfasergewebe, Keramikfasergewebe, Quarzfasergewebe oder Aramidfasergewebe verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Fasergewebe, die in Form des Bauteils gewebt, gestrickt oder entsprechend zugeschnitten sind, verwendet werden.
6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolien in Form von Zuschnitten oder von tiefgezogenen Teilen verwendet werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Lastaufnahme benötigten Gewebe auf der Innenseite des Bauteils konzentriert werden und als äusserste Schicht eine unverstärkte Thermoplastfolie verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als äusserste Schicht ein Material verwendet wird, das eine hohe Regen-Erosionsbeständigkeit aufweist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als äusserste Schicht eine 0,3 bis 1,0 mm dicke unverstärkte UHMPE-Schicht erzeugt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als äusserste Schicht eine 0,3 bis 1,0 mm dicke unverstärkte Polyether-Etherketonschicht erzeugt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7, 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass für die äusserste Schicht eine Folie in einer anderen Farbe verwendet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als äusserste Schicht UHMPE und als innere Schicht Polyethylen, Polybuten oder ein Polypropylen mit geringerer Schmelzviskosität verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Preßdruck durch thermische Expansion von Druckstücken aus Silikongummi in einer geschlossenen Form aufgebracht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine evakuierte Preßform verwendet wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Teils der Aufheiz- und/oder Abkühlphase, in der kein thermoexpansiver Druck vorliegt, mittels eines Gases oder eines Stempels ein zusätzlicher Druck in der Preßform aufgebracht wird.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass erst aus den Kunststoffolien und den Fasergeweben ein Vorformling hergestellt wird, der dann in einer Preßform zum fertigen Teil verpresst wird.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckform verwendet wird, die der Aussenkontur des fertigen Bauteils entspricht.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckform verwendet wird, die der Innenkontur des fertigen Bauteils entspricht.

DORNIER SYSTEM GMBH
7990 Friedrichshafen

Reg. S 471

Verfahren zur Herstellung von Radomen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Antennenabdeckungen (Radomen) aus endlosfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen.

Radome dienen zum Schutz von Antennen an Flugzeugen gegen Umwelteinflüsse. Die Radome müssen eine hohe Transparenz und geringe Verluste für Radarwellen im gesamten Betriebsfrequenzbereich besitzen. Sie müssen ausserdem die lagebedingten aerodynamischen Kräfte aufnehmen können und eine hinreichend hohe Regen-Erosionsbeständigkeit sowie eine hinreichend hohe Beständigkeit gegenüber den durch die aerodynamische Erwärmung auftretenden Temperaturen aufweisen.

Radome dieser Art werden im allgemeinen aus faserverstärkten Duroplasten hergestellt, z.B. aus E-Glasfaser verstärktem Epoxidharz. Mit duroplastischen Werkstoffen sind jedoch

nicht alle Anforderungen erfüllbar. Störend sind insbesondere die zu hohen Dielektrizitätskonstanten und die zu hohen dielektrischen Verluste der duroplastischen Werkstoffe, sowie die Notwendigkeit einer Regen-Erosionsschutzschicht, durch die zusätzliche Verluste eingebracht werden. Diese Begrenzungen machen sich besonders bei radaroptisch dünnen (d.h. breitbandigen) Radomen und bei Betriebsfrequenzen von mehr als 10 GHz bemerkbar.

Wesentlich günstigere dielektrische Eigenschaften haben einige thermoplastische Werkstoffe wie z.B. Polyethylen, insbesondere wie ultrahochmolekulares Polyethylen (UHMPE). So sind z.B. die dielektrischen Verluste von UHMPE um etwa zwei Größenordnungen geringer als die von Epoxidharzen. Die Regen-Erosionsbeständigkeit von UHMPE ist zudem so hoch, dass auf besondere Erosionsschutzschichten verzichtet werden kann.

Der Verwendung dieser Thermoplaste mit hoher Schmelzviskosität steht aber die schwierige Verarbeitbarkeit entgegen. Die Schmelze dringt nur sehr schwer in den Gewebeverbund ein.

Es wurde bereits vorgeschlagen (DE-P 32 36 447), zur Herstellung solcher Verbundwerkstoffe, das Matrixmaterial in einem ersten Schritt drucklos an ein ebenes Fasergewebe anzulagern und in einem zweiten Schritt mehrere vorbereitete

Fasergewebe aneinander zu pressen. Es zeigte sich jedoch bei Versuchen, dass mit diesem Verfahren bei kompliziert geformten Teilen befriedigende Ergebnisse einen oft grossen Aufwand erfordern.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem hochfeste, regen-erosionsbeständige und radartransparente Radome aus endlosfaserverstärkten Thermoplasten, insbesondere hoher Schmelzviskosität hergestellt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst von Verfahren mit den in den Ansprüchen angegebenen Verfahrensschritten.

Erfindungsgemäss werden stets Fasergewebe und Matrixfolien aufeinander geschichtet und unter erhöhter Temperatur verpresst, was zu einem innigen Durchdringen der Gewebe mit Matrixmaterial und einer gleichmässigen Verteilung der Komponenten führt. Es entsteht ein hochfestes, regen-erosionsbeständiges Verbundmaterial mit ausreichender Durchlässigkeit für Radarwellen in einem weiten Frequenzbereich (auch > 16 GHz).

Als Matrixmaterial können im Prinzip alle Thermoplaste verwendet werden. Besonders geeignet ist das Verfahren für Thermoplaste mit hoher Schmelzviskosität. So lässt sich mit dem Verfahren selbst UHMPE verarbeiten, ein Material, dessen Schmelzviskosität so hoch ist, dass kein Schmelzindex mehr bestimmbar ist.

Auch in der Wahl der Fasern bestehen keine Beschränkungen. Es sind alle in der Kunststofftechnik gebräuchlichen Fasermaterialien verwendbar, wie z.B. Glasfasern, Kohlefasern oder Aramidfasern.

Zum Erreichen einer gleichmässigen Faser/Matrixverteilung können Fasergewebe verwendet werden, die in Form des Bauteils gewebt oder gestrickt sind. Diese Lösung ist bei hohen Stückzahlen und hohen Festigkeitsanforderungen vorteilhaft. Bei kleineren Stückzahlen ist es günstiger, Fasergewebe zu verwenden, die entsprechend zugeschnitten sind.

Auch die Kunststofffolien können entweder in Form von Zugschnitten oder, gleich der Form entsprechend, als tiefgezogene Teile verwendet werden.

Die zur Lastaufnahme benötigten Glasgewebe können vorteilhaft an der Innenseite des Bauteils konzentriert werden. An der Aussenseite befinden sich dann Schichten, die nicht faserverstärkt sind. Diese ungleichmässige Verteilung garantiert neben hoher Festigkeit eine sehr gute Regen-Erosionsbeständigkeit. Als ausreichend für den Regen-Erosionsschutz hat sich eine 0,3 bis 1,0 mm dicke UHMPE-Schicht erwiesen.

In einer vorteilhaften Ausführung kann die äusserste Schicht eine andere Farbe als die darunterliegenden Schichten haben. Dadurch kann leicht erkannt werden, ob die Erosion unzulässig weit fortgeschritten ist, bevor die Gefahr eines

Bauteilversagens infolge Schädigung des tragenden Glasgewebes besteht.

Der Preßdruck kann durch konventionelle Maßnahmen, z.B. mittels eines hydraulischen oder pneumatischen Drucksackes aufgebracht werden. Vorteilhafterweise kann er auch in einer geschlossenen Form durch thermische Expansion von Druckstücken aus einem entsprechenden Material aufgebracht werden. Eine dichtgeschlossene Form wird dazu mit den Komponenten und mit einem Druckstück gefüllt und erwärmt. Durch die thermische Expansion des Druckstückes entsteht ein sehr hoher Druck, der Gewebe und Matrix zu einem einzigen Bauteil vereinigt. Als bevorzugtes Material für die Druckstücke hat sich Silikongummi erwiesen.

In der Abkühlphase sollte vorteilhafterweise dafür gesorgt werden, dass der Druck aufrecht erhalten bleibt, so dass ein Zusammenfallen des noch schmelzflüssigen Werkstückes vermieden wird. Der Abbau des thermoexpansiven Druckes beim Abkühlen kann durch Aufbringen eines zusätzlichen Druckes durch Gas oder durch einen Stempel ausgeglichen werden. Analoge Maßnahmen können beim Aufheizen ergriffen werden.

Vorteilhafterweise kann aus den Kunststofffolien und den Fasergeweben zunächst ein Vorformling hergestellt werden. Dies kann z.B. durch Punktverschweißung der Kunststofffolien

miteinander und mit dem Fasergewebe geschehen. Der Vorformling kann innerhalb der Preßform oder vorteilhafterweise in separaten Formen aufgebaut werden. Er wird dann sofort oder später in der Preßform zum fertigen Teil verpresst.

Die Druckformen sind in der Regel so gestaltet, dass sie der Aussenkontur des fertigen Bauteils entsprechen. Ebenso ist es jedoch möglich, auf eine Innenform zu pressen.

